

ЛІТЕРАТУРА



НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНА

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
Кафедра будівельних конструкцій

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних занять з дисципліни
«Обстеження і випробування будівель і споруд»
для студентів спеціальності
192 «Будівництво та цивільна інженерія»
денної і заочної форми навчання

Тернопіль – 2018

УДК 69.058
М54

Укладач:

О. П. Конончук, канд. техн. наук, доцент

Рецензент:

Ю. І. Пиндус, канд. техн. наук, доцент

Розглянуто й затверджено на засіданні кафедри будівельних конструкцій.
Протокол № 6 від 05 лютого 2018 р.

Розглянуто й затверджено на засіданні методичної комісії факультету інженерії машин, споруд та технологій.
Протокол № 6 від 07 березня 2018 р.

Методичні вказівки до лабораторних занять з дисципліни «Обстеження і випробування будівель і споруд» для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» денної і заочної форми навчання. / Укладач: О.П. Конончук – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2018. – 25 с.

Складено з урахуванням матеріалів літературних джерел, наведених у переліку.

УДК 69.058

© Конончук О.П.
© Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2018

ЗМІСТ

ВСТУП	4
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1: Визначення рівня фізичного зношення конструкцій будівель та споруд	5
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2: Визначення корозії металевих конструкцій	8
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3: Визначення стадії зношення будівлі	9
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4: Встановлення міцності бетону за допомогою молотка Кашкарова	11
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5: Визначення захисту металевих конструкцій від ґрунтової корозії	14
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6: Розрахунок захисту та посилення будівельних конструкцій тампонажними розчинами	16
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7: Встановлення міцності бетону методом ударного імпульсу за допомогою приладу ИПС-МГ 4.03	17
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №8: Визначення розташування арматури, товщини захисного шару бетону та діаметру арматури магнітним методом за допомогою приладу ИПА-МГ4	21
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	25

ВСТУП

Будівельники завжди прагнули будувати будинки довговічними і зручними в користуванні (експлуатації). Але в наш час – час науково-технічного прогресу, вимоги до зручностей і відповідності функціонального призначення будинків, підвищуються скоріше чим вони будуються. Тому, на сучасному етапі особливо актуальним, постало завдання, довести до відповідності з вимогами сьогодення, велику кількість існуючих будинків. Вирішення цього питання входить в компетенцію специфічної галузі будівництва, яка займається ремонтом і реконструкцією будинків різного призначення, і в особливостях громадських будинків.

Одним із найважливіших напрямлень експлуатаційної і містобудівельної політики на сучасному етапі є – збереження енергетичних ресурсів. На сьогодні особливо гострою проблемою є приведення діючого фонду будинків у відповідність з нормативними вимогами, в першу чергу, впровадження теплозберігаючих технологій, які сприяють різкому (майже вдвічі) зниженню витрат теплової енергії. Це означає, що необхідно виконати утеплення більшості існуючих будинків. Вирішення цього завдання вимагає системного підходу при виборі конструктивних рішень і технологій.

Таким чином, умовно окреслений круг питань повинен вирішувати безпосередньо ремонт і реконструкція будинків. Поряд з традиційними будівельними матеріалами, конструктивними рішеннями і технологіями на ринок "прийшли" сучасні матеріали, технологічні рішення, машини, механізми, удосконалюються технологічно-організаційні рішення. Розібратися в такому потоці інформації пропозицій, вибрати оптимальні і ефективні рішення, що сприяють удосконаленню ремонтно-будівельних робіт – першочергове завдання, що ставиться перед технічним обстеженням цивільних будинків.

Основною проблемою на шляху проведення модернізації будівель і споруд є встановлення дійсного їх технічного стану. Дане завдання вирішується в ході обстеження та випробування будівель і споруд, за результатами якого робляться відповідні висновки. Саме вирішенню таких завдань присвячені дані методичні вказівки.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

Тема: Визначення рівня фізичного зношення конструкцій будівель та споруд

Мета: Визначити рівень фізичного зношення громадського будинку за наступних результатів обстеження його основних конструктивних елементів (див. табл. 1.1).

Вказівки щодо виконання: Виконується всіма студентами однотипно згідно завдання виданого викладачем.

Порядок виконання роботи:

Таблиця 1.1 Результати обстеження елементів будинку

№ з/п	Назва конструктивного елементу	Стан окремих ділянок							Питома вартість елементів, %
		Добрий	Цілком задовільний	Задовільний	Мало задовільний	незадовільний	Старий	Непридатний	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Фундамент	26	21	23	11	14	2	3	4
2	Стіни	21	26	23	14	11	2	3	42
3	Двері та вікна	23	18	20	13	17	5	4	13
4	Оздоблення	23	26	21	1	14	3	2	4
5	Електро-технічне обладнання	18	20	23	17	13	4	5	6
6	Перекриття	25	28	18	13	9	5	2	8
7	Санітарно-технічне обладнання	21	22	29	11	7	6	4	10
8	Покриття	28	18	25	9	13	2	5	8
9	Підлога	22	29	21	7	11	4	6	5

Ступінь або рівень фізичного зношення, що визначається як середне-арифметичне значення зношення окремих конструктивних елементів, залежно від їх питомого значення у загальній відновлюваній вартості будівлі:

$$\Phi_z = \sum_{i=1}^n (\Phi_{zi} \cdot d_i) / 100\%,$$

де Φ_{zi} – фізичне зношення окремих конструктивних елементів, або інженерно-технічного обладнання, визначене в процесі обстеження їх фактичного стану;

d_i – питоме значення вартості конструктивного елементу, або устаткування у загальній відновлюваній вартості будівлі.

Визначення рівня фізичного зношення окремих конструктивних елементів будівлі та всієї будівлі загалом виконуємо в табличній формі (див. табл. 1.2).

Таблиця 1.2 Рівень зношення конструктивних елементів будівлі

№ з/п	Назва конструктивного елемента	Стан окремих ділянок							Рівень фізичного зношення, %
		Добрий	Цілком задовільний	Задовільний	Мало задовільний	незадовільний	Старий	Непридатний	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Фундамент	26	21	23	11	14	2	3	31.1
2	Стіни	21	26	23	14	11	2	3	31
3	Двері та вікна	23	18	20	13	17	5	4	35.3
4	Оздоблення	23	26	21	1	14	3	2	27
5	Електро-технічне обладнання	18	20	23	17	13	4	5	35.5
6	Перекриття	25	28	18	13	9	5	2	30.1
7	Санітарно-технічне обладнання	21	22	29	11	7	6	4	32.6
8	Покриття	28	18	25	9	13	2	5	31.9
9	Підлога	22	29	21	7	11	4	6	32.9

Значення рівня фізичного зношення окремих елементів будівлі визначаємо за допомогою табл. 1.3.

Таблиця 1.3 Оцінка технічного стану конструкцій будівель та споруд

№ з/п	Фізичний стан конструкцій чи інженерного устаткування	Рівень зношення чи спрацювання, %
1	Добрий	0 - 10
2	Цілком задовільний	11 - 20
3	Задовільний	21 - 30
4	Мало задовільний	31 - 40
5	Незадовільний	41 - 60
6	Старий	61 - 80
7	Непридатний	81 - 100

$$\Phi_{31}=26\cdot0,1+21\cdot0,2+23\cdot0,3+11\cdot0,4+14\cdot0,6+2\cdot0,8+3\cdot1=31,1(\%);$$

$$\begin{aligned}\Phi_{32} &= 21 \cdot 0,1 + 26 \cdot 0,2 + 23 \cdot 0,3 + 14 \cdot 0,4 + 11 \cdot 0,6 + 2 \cdot 0,8 + 3 \cdot 1 = 31(\%); \\ \Phi_{33} &= 23 \cdot 0,1 + 18 \cdot 0,2 + 20 \cdot 0,3 + 13 \cdot 0,4 + 17 \cdot 0,6 + 4 \cdot 0,8 + 3 \cdot 1 = 35,3(\%); \\ \Phi_{34} &= 23 \cdot 0,1 + 26 \cdot 0,2 + 21 \cdot 0,3 + 11 \cdot 0,4 + 14 \cdot 0,6 + 3 \cdot 0,8 + 2 \cdot 1 = 27(\%); \\ \Phi_{35} &= 18 \cdot 0,1 + 20 \cdot 0,2 + 23 \cdot 0,3 + 17 \cdot 0,4 + 13 \cdot 0,6 + 4 \cdot 0,8 + 5 \cdot 1 = 35,5(\%); \\ \Phi_{36} &= 25 \cdot 0,1 + 28 \cdot 0,2 + 18 \cdot 0,3 + 13 \cdot 0,4 + 9 \cdot 0,6 + 5 \cdot 0,8 + 2 \cdot 1 = 30,1(\%); \\ \Phi_{37} &= 21 \cdot 0,1 + 22 \cdot 0,2 + 29 \cdot 0,3 + 11 \cdot 0,4 + 7 \cdot 0,6 + 6 \cdot 0,8 + 4 \cdot 1 = 32,6(\%); \\ \Phi_{38} &= 28 \cdot 0,1 + 18 \cdot 0,2 + 25 \cdot 0,3 + 9 \cdot 0,4 + 13 \cdot 0,6 + 2 \cdot 0,8 + 5 \cdot 1 = 31,9(\%); \\ \Phi_{39} &= 22 \cdot 0,1 + 29 \cdot 0,2 + 21 \cdot 0,3 + 7 \cdot 0,4 + 11 \cdot 0,6 + 4 \cdot 0,8 + 6 \cdot 1 = 32,9(\%).\end{aligned}$$

Фізичне зношення всієї будівлі визначаємо в табличній формі (див. табл. 1.4).

Таблиця 1.4 Фізичне зношення всієї будівлі

№ з/п	Назва елементу	Питоме значення вартості елементу $d_i, \%$	Рівень зношення конструкцій $\Phi_{zi}, \%$	$(\Phi_{zi} \cdot d_i)/100\%$
1	Фундамент	4	31.1	1.244
2	Стіни	42	31	13.02
3	Двері та вікна	13	35.3	4.589
4	Оздоблення	4	27	1.08
5	Електро-технічне обладнання	6	35.5	2.13
6	Перекриття	8	30.1	2.408
7	Санітарно-технічне облад-	10	32.6	3.26
8	нання	8	31.9	2.552
9	Покриття	5	32.9	1.645
	Підлога			
$\sum_{i=1}^n (\Phi_{zi} \cdot d_i)/100\% = 31.928$				

Висновок: Отже, за оцінкою технічного стану конструкцій будівлі, її можна віднести до «мало задовільних».

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

Тема: Визначення корозії металевих конструкцій

Мета: Визначити величину корозії несучих металевих конструкцій в виробничій будівлі, експлуатаційні умови якої представлені у таблицях 2.1 та 2.2. концентрація $SO_2 = 0,3 \text{ мг} / \text{м}^3$.

Вказівки щодо виконання: Виконується всіма студентами однотипно згідно завдання виданого викладачем.

Порядок виконання роботи:

Таблиця 2.1 Тривалість впливу вологи по місяцях

Номер місяця	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Кількість годин	267	173	198	141	166	156	166	168	148	203	187	150

Таблиця 2.2 Відносна волога повітря в приміщенні

Номер місяця	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Відносна волога повітря, %	71	73	78	69	81	83	85	81	85	99	96	91

Корозію металевих конструкцій в промислових будівлях при забрудненості повітря обчислюємо за такою формулою:

$$K = \sum_{i=1}^{12} \tau_{r_i} \cdot k_r \cdot c$$

де τ_{r_i} – тривалість перебування металу під впливом повітря з відносною вологістю за кожен місяць;

k_r – швидкість корозії металу при тій же вологості, значення приймаємо згідно табл. 2.3;

c – коефіцієнт, що враховує прискорення корозії у зв'язку з забрудненням повітря (згідно табл. 2.4).

Таблиця 2.3 Швидкість корозії сталі залежно від вологості повітря

Відносна вологість, %	70	73	76	79	82	85	88	91	94	97	100
Швидкість корозії, $\text{г} / \text{м}^2$	0,02	0,06	0,10	0,14	0,19	0,24	0,30	0,36	0,43	0,51	0,64

Таблиця 2.4 Вплив агресивного середовища на корозію металу

Концентрація SO_2	0,3	3	30	300
Коефіцієнт С	12	50	80	115

$$K=(267 \cdot 0,03+173 \cdot 0,06+198 \cdot 0,13+141 \cdot 0,02+166 \cdot 0,18+156 \cdot 0,21+166 \cdot 0,24+168 \cdot 0,18+148 \cdot 0,24+203 \cdot 0,61+187 \cdot 0,49+150 \cdot 0,36) 12 \cdot 10^{-2}=58,19(\text{г/м}^2)$$

Висновок: Отже, величина корозії становить $58,19 \text{ г/м}^2$ за рік.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3

Тема: Визначення стадії зношення будівлі

Мета: Визначити як часто необхідно проводити ремонти будинку та величину його зношення протягом періоду його експлуатації.

Вказівки щодо виконання: Лабораторна робота виконується кожним студентом самостійно згідно індивідуального завдання, що вибирається згідно шифру залікової книжки з табл. 3.1.

Таблиця 3.1 Визначення стадії зношення будівлі

Остання цифра шифру	Термін експлуатації, T_g	Друга цифра з кінця шифру	Гранична величина зношення будинку, q_g	t_{np}	Третя цифра з кінця шифру	Коефіцієнт залишкового зношення, k	Міжремонтний період, t_p
1	45	1	0,3	15	1	0,12	5
2	65	2	0,25	18	2	0,1	6
3	35	3	0,2	20	3	0,16	7
4	40	4	0,35	14	4	0,18	8
5	48	5	0,28	16	5	0,15	10
6	50	6	0,4	12	6	0,11	9
7	56	7	0,38	10	7	0,13	6
8	43	8	0,42	14	8	0,14	15
9	55	9	0,34	11	9	0,19	12
0	60	0	0,26	16	0	0,2	8

Порядок виконання роботи:

3.1. Визначити як часто необхідно проводити ремонти будинку (t_p), щоб забезпечити його експлуатацію протягом T_g за умови, що зношення є постійним в часі і після кожного ремонту відновлюється його однакова доля $(1-k)$. Допускається гранична величина зношення будинку q_g , яка в разі відсутності ремонту досягається протягом t_{np} .

Дано:	Періодичність ремонтів визначаємо з:
$T_g = 52$ рік;	$t_p = \frac{t_{np} - k \cdot T_g}{1 - k} = \frac{12 - 0,19 \cdot 52}{0,81} = 2,6(\text{років})$
$(1-k) = 0,81$;	
$q_g = 0,32$;	
$t_{np} = 12$ років.	
$t_p - ?$	Висновок: Ремонти будівлі потрібно проводити не пізніше як через 2,6 років, що приблизно становить 2 роки та 7 місяців.

3.2 Гранична величина зношення будинку q_g досягнута протягом терміну його експлуатації T_g . Визначити величину зношення будинку в міжремонтний період t_p за постійного коефіцієнта залишкового зношення k .

Дано:	Величину зношення будинку в міжремонтний період знаходимо за формулою:
$T_g = 60$ років;	$q_p = \frac{q_g}{(1 - k + k \frac{T_g}{t_p})} = \frac{0,32}{1 - 0,13 + 0,13(60 / 7)} = 0,161$
$k = 0,13$;	
$q_g = 0,32$;	
$t_p = 7$ років.	
$q_p - ?$	Висновок: Величина зношення будинку в міжремонтний період становить 0,161, або 16,1 %.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

Тема: Встановлення міцності бетону за допомогою молотка Кашкарова

Мета: Визначити міцність бетону монолітної конструкції за результатами досліджень, наведеними в табл. 4.1. Вони отримані при відповідних випробуваннях молотком Кашкарова для бетону віком 28 діб.

Вказівки щодо виконання: Виконується кожною підгрупою студентів індивідуально відповідно до проведених експериментальних випробувань.

Обладнання, прилади, матеріали: В еталонному молотку Кашкарова з метою усунення впливу сили удару передбачено влаштування еталонного стержня і під час удару одночасно утворюються відбитки на бетонній поверхні і на стержні. Міцність бетону визначається за графіком залежно від величини відношення діаметра відбитка на бетоні d_6 до діаметра відбитка на еталоні d_e :

$$f_c = f(d_6 / d_e).$$

В даному випадку практично виключається вплив сили удару на результати вимірювання, оскільки при її зміні змінюються d_6 і d_e , а їх співвідношення має залишатися постійним.

Однак таке твердження буде справедливим тільки в тому випадку коли випробувана конструкція і еталонний стержень виготовлені з одного матеріалу. У молотку Кашкарова в якості еталонного стержня застосовується кругла сталь марки Вст3пс діаметром 10 мм, а піддослідним матеріалом є бетон. Швидкість наростання пластичних деформацій при ударі у цих матеріалів буде різна, тому повністю виключити вплив зміни сили удару на результати вимірювання не можна.

Конструкція молотка приведена на рис. 4.1. Поверхня еталонного стержня не повинна піддаватися механічній обробці тому, що при цьому збільшиться твердість сталі порівняно з еталоном, який застосовувався при побудові графіка.

При випробуваннях молоток встановлюють перпендикулярно до поверхні бетону і вдаряють іншим слюсарним молотком по оголовку. Всього

наносять на одній ділянці не менше 5 ударів, при цьому відстань між відбитками повинна бути не ближче 30 мм один від одного і від краю конструкції. Після кожного удару еталонний стержень пересувають, щоб відстань між центрами сусідніх відбитків було не менше 10 мм.

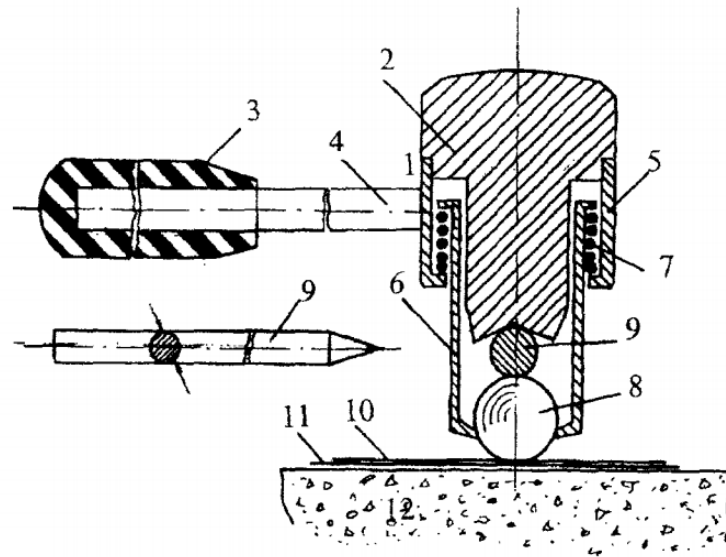


Рис. 4.1 Конструкція молотка К.П. Кашкарова:

1 – корпус; 2 – оголовок; 3 – прогумований наконечник; 4 – металева ручка; 5 – обойма; 6 – стакан з отворами для кульки і еталонного стержня; 7 – пружина; 8 – кулька діаметром 17,46 мм; 9 – еталонний стержень; 10 – білий папір; 11 – копіювальний папір; 12 – бетонна конструкція

Для отримання більш чітких відбитків на бетоні, на його поверхню закріплюють копірку та білий папір і через них наносять удар. В цьому випадку відбиток на бетоні буде зафіксований на папері, з якою вимірюють d_6 . Така методика полегшує процес виміру діаметра відбитка.

Відбитки на бетоні і еталоні нумеруються, а величини діаметрів записуються в журнал в певній послідовності щоб кожному значенню d_6 відповідало своє значення d_c .

Міцність бетону визначається за спеціальною градуальною залежністю або таблицями в залежності від величини відношення відбитків d_6/d_c .

Введення в конструкцію молотка еталонного стержня підвищило точність вимірювання, разом з цим збільшило і трудомісткість проведення випробувань. Автоматизації процесу випробування практично не піддається. До недоліків приладу слід так само віднести низьку точність (15 – 20 %)

і та обставина, що з його допомогою можна оцінити міцність бетону тільки в поверхневому шарі (до 10 мм), в якому іноді бетон схильний карбонізації. Не враховується можлива адгезія розчинної частини від зерен крупного заповнювача. Метод практично не чутливий до зміни міцності крупного заповнювача і його зерновим складом.

Однак завдяки простоті конструкції і нескладним операціям при проведенні випробувань молоток К.П. Кашкарова є одним з найпоширеніших приладів, використовуваних на будівництвах і заводах ЗБВ. Точність вимірювання можна трохи підвищити, якщо для кожного конкретного складу бетону будувати свої графіки.

Порядок виконання роботи:

Таблиця 4.1 Результати експериментальних досліджень бетону

№ зони		I						II					
№ удару		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Діаметр відбитків на	Бетоні, мм	4,8	4,4	5,3	4,4	4,6	4,6	5,3	5,6	5,1	4,8	4,4	5,2
	Еталоні, мм	3,0	2,8	3,5	2,9	3,1	3,0	3,2	3,6	3,3	3,0	2,9	3,5

Розв'язок виконуємо в табличній формі (див. табл. 4.2).

Таблиця 4.2 Результати визначення міцності бетону

№ зони		I		II	
		d_{bi} / d_{si}	R_{ni} , МПа	d_{bi} / d_{si}	R_{ni} , МПа
№ удару	1	1,6	24	1,66	22,08
	2	1,57	25,05	1,56	25,1
	3	1,51	27,15	1,55	25,75
	4	1,52	26,8	1,6	24
	5	1,48	28,6	1,52	26,8
	6	1,53	26,45	1,49	28,05
Сер. знач. d_{bi} / d_{si}		1,54		1,56	
R_{ser} , МПа		26,3		25,3	

Результати випробувань вибіраються за формулою:

$$[n_i] = 400 \cdot K^2 (R_{i,\max} - R_{i,\min})^2 / R_{ser}^2$$

Для $n = 6$, беремо $K=0,395$.

$[n_1]=400 \cdot 0,395^2 (28,6 - 24)^2 / 26,3^2 = 1,9 < n_1=6$, кількість випробувань достатня;

$[n_2]=400 \cdot 0,395^2(28,05 - 24)^2/25,3^2 = 1,6 < n_1=6$, кількість випробувань достатня.

Середня кубова міцність бетону балки буде складати:

$$\overline{R_m} = \sum R_{mi} / n = (26,3 + 25,3) / 2 = 25,8 \text{ МПа}.$$

Міцність бетону монолітних фундаментів визначається за формулою:

Висновок: Бетон монолітної конструкції у віці 28 діб має міцність 25,8 МПа.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5

Тема: Визначення захисту металевих конструкцій від ґрунтової корозії

Мета: Встановити необхідність влаштування захисту металевих конструкцій від ґрунтової корозії.

Вказівки щодо виконання: Лабораторна робота виконується кожним студентом самостійно згідно індивідуального завдання, що вибирається згідно шифру залікової книжки з табл. 5.1.

Таблиця 5.1 Розрахунок захисту металевих конструкцій від ґрунтової корозії

Остання цифра шифру	Період експлуатації, Т, років	Друга цифра з кінця шифру	Швидкість корозії, V_k , мм/год	Третя цифра з кінця шифру	Початкова товщина трубопроводу, δ_0 , мм	Остання цифра суми останніх двох цифр шифру	Кінцева товщина трубопроводу, δ_1 , мм
1	50	1	2×10^{-5}	1	7,2	1	5
2	45	2	$2,5 \times 10^{-5}$	2	6	2	4,4
3	48	3	$2,8 \times 10^{-5}$	3	7,5	3	5,2
4	42	4	3×10^{-5}	4	8	4	6
5	44	5	$3,5 \times 10^{-5}$	5	8,2	5	5,8
6	55	6	4×10^{-5}	6	9	6	5,5
7	52	7	$3,9 \times 10^{-5}$	7	8,5	7	7
8	54	8	$2,1 \times 10^{-5}$	8	5	8	3,2
9	38	9	$2,4 \times 10^{-5}$	9	6	9	4,8
0	60	0	$3,8 \times 10^{-5}$	0	7,8	0	5,4

Порядок виконання роботи:

Чи необхідно влаштовувати катодний захист металевих конструкцій трубопроводу? Якщо за період експлуатації $T=52$ роки при швидкості корозії $V_k = 3 \cdot 10^{-5}$ мм/год, початкова товщина трубопроводу $\delta_0 = 8$ мм зменшилась до $\delta_1 = 5,9$ мм? Як часто необхідно змінювати електроди (анооди)? За якої швидкості корозії можна було б відмовитися від катодного захисту конструкцій трубопроводу?

Умовою необхідності катодного захисту є:

$$B = T - \frac{\delta_0 - \delta_1}{V_k},$$

де T – термін експлуатації;

V_k – швидкість корозії;

δ_0 – початкова товщина трубопроводу;

δ_1 – кінцева товщина трубопроводу.

Якщо $B < 0$, то захист не потрібен, а коли $B > 0$ необхідний захист.

Термін служби катодного захисту обраховуємо за формулою:

$$T = \frac{\delta_0 - \delta_1}{V_k}.$$

Швидкість корозії за якої не потрібно було б захищати труби від корозії обчислюємо за формулою:

$$\text{Якщо } B=0, \text{ то } V_k = \frac{\delta_0 - \delta_1}{T};$$

$$B = 52 - \frac{8 - 5,9}{3 \cdot 10^{-5} \cdot 8760} = 52 - \frac{2,1}{0,263} = 44,02 > 0;$$

$$T = \frac{8 - 5,9}{0,263} = 7,98 \approx 8(\text{років});$$

$$V_k = \frac{8 - 5,9}{52} = 0,04 \text{ мм / рік}.$$

Висновок: Отже, катодний захист потрібно влаштовувати. Електроди необхідно змінювати 1 раз у 8 років, та якщо б швидкість корозії становила 0,04 мм/рік то від катодного захисту можна було б відмовитися.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6

Тема: Розрахунок захисту та посилення будівельних конструкцій тампонажними розчинами

Мета: Розрахувати в'язкість та тривалість нагнітання розчину для підсилення бетонної стіни.

Вказівки щодо виконання: Лабораторна робота виконується кожним студентом самостійно згідно індивідуального завдання, що вибирається згідно шифру залікової книжки з табл. 6.1.

Таблиця 6.1 Розрахунок захисту та посилення будівельних конструкцій тампонажними розчинами

Остання цифра шифру	$r_0, 10^{-3}$ см	h , см	Друга цифра з кінця шифру	μ , Па·с	p_0 , МПа	Третя цифра з кінця шифру	t , хв
1	1,0	8,3	1	2,0	1,0	1	10
2	1,2	7,5	2	1,9	1,8	2	15
3	1,5	9,6	3	1,8	1,3	3	20
4	2,2	10,2	4	2,2	0,9	4	25
5	2,8	9,8	5	1,5	0,95	5	30
6	3,0	8,8	6	1,6	1,25	6	5
7	3,8	7,9	7	2,0	1,55	7	8
8	0,8	11,2	8	2,1	1,4	8	14
9	0,9	11,4	9	2,5	1,7	9	24
0	1,8	11,0	0	1,6	0,85	0	21

Порядок виконання роботи:

6.1. Для заповнення пор, капілярів та раковин радіусом $r_0=3,5 \cdot 10^{-3}$ см на глибину $h = 10,2$ см бетонної стінки використовують спеціальний розчин в'язкістю $\mu = 2,1$ Па·с. Розрахувати тривалість нагнітання розчину t при початковому тиску $p_0=0,8$ МПа.

Розрахунок тривалості нагнітання розчину проводимо за формулою:

$$t = \frac{12 \cdot \mu \cdot h^2}{p_0 \cdot r_0^2} = \frac{12 \cdot 2,1 \cdot 104,04}{0,8 \cdot 12,25} = 268c \approx 4,5(хв),$$

де h – глибина нагнітання розчину;

r_0 – радіус пор, капілярів та раковин;

p_0 – початковий тиск за якого нагнітається розчин;

μ – в'язкість спеціального розчину;

t – час протягом якого нагнітається розчин.

Висновок: Отже, тривалість нагнітання спеціального розчину в пори становить 4,5 хв.

6.2. Для заповнення пор, капілярів та раковин радіусом $r_0=0,85 \cdot 10^{-3}$ см в бетонну стінку на глибину $h = 8,8$ см нагнітають спеціальний розчин протягом часу $t=30$ хв під тиском $p_0=1,5$ МПа. Розрахувати в'язкість розчину μ .

Розрахунок в'язкості розчину проводять за формулою:

$$\mu = \frac{t \cdot p_0 \cdot r_0^2}{12 \cdot h^2} = \frac{60 \cdot 30 \cdot 1,5 \cdot 0,723}{12 \cdot 77,44} = 2,1 \text{ Па} \cdot \text{с},$$

де h – глибина нагнітання розчину;

r_0 – радіус пор, капілярів та раковин;

p_0 – початковий тиск за якого нагнітається розчин;

μ – в'язкість спеціального розчину;

t – час протягом якого нагнітається розчин.

Висновок: В'язкість розчину становить 2,1 Па·с.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7

Тема: Встановлення міцності бетону методом ударного імпульсу за допомогою приладу ИПС-МГ 4.03

Мета: Встановити міцність бетону монолітної залізобетонної плити методом ударного імпульсу за допомогою приладу ИПС-МГ 4.03.

Вказівки щодо виконання: Виконується кожною підгрупою студентів індивідуально відповідно до проведених експериментальних випробувань.

Обладнання, прилади, матеріали: Найпоширенішим методом контролю міцності бетону з усіх неруйнівних являється метод ударного імпульсу. Він полягає в реєстрації енергії удару, що виникає в момент зіткнення бойка з поверхнею бетону.

Прилади, що використовують даний метод, відрізняються невеликою вагою і компактністю, а визначення міцності бетону методом ударного імпульсу є досить простою операцією. Результати вимірів видаються в одиницях виміру міцності на стиск (МПа). Після відповідного налаштування дані прилади можна використовувати для роботи з різними будівельними матеріалами. Також з їх допомогою можна визначати клас бетону, робити вимірювання міцності під різними кутами до поверхні об'єкта, переносити накопичені дані на комп'ютер.

Прилад ИПС-МГ4.03 (рис. 7.1) призначений для неруйнівного контролю міцності бетону залізобетонних виробів, конструкцій і будівельної кераміки (цегли) методом ударного імпульсу. Він дозволяє оцінювати фізико-механічні властивості будівельних матеріалів в зразках і виробах (міцність, твердість, пружно-еластичні властивості), виявляти неоднорідності, зони поганого ущільнення та ін. Прилад відповідає звичайному виконанню виробів третього порядку, відноситься до нестандартних засобів вимірювань і є робочим засобом вимірювань. Цикл вимірів на одній ділянці складається з 10...15 замірів. Після виконання 15 вимірювань прилад автоматично робить обробку результату і математичну обробку результатів, яка включає в себе: усереднення результатів, відбраковування результатів, більш ніж $B \pm 10\%$ відхилення від середнього значення міцності на ділянці (виробів), усереднення залишених після обробки вимірів. По закінченні циклу вимірювань прилад видає результат.

Прилад ИПС-МГ4.03 – найпопулярніший в даний час. Має дуже зручну організацію інтерфейсу користувача, вибір всіх параметрів вимірів здійснюється відразу після включення в одному пункті меню з функцією кругової прокрутки:

– прилад має 58 градуовальних залежностей за різними матеріалами (важкий бетон на граніті, важкий бетон на вапняку, важкий бетон на гравії, важкий бетон на граншлаку, дрібнозернистий бетон, керамзитобетон, шлако-

пемзобетон, цегла керамічна, цегла силікатна), умовами твердіння (нормальні або термообробка) і проектним віком (1, 7, 28 або 100 діб);



Рис. 7.1 Загальний вигляд приладу ИПС-МГ4.03

- можливість введення 20-ти індивідуальних градуювальних залежностей;
- інтелектуальний алгоритм обробки результатів вимірювань включає:
- усереднення проміжних значень;
- порівняння кожного проміжного значення з середнім і з подальшим відбраковуванням значень, що мають відхилення від середнього вище допустимого;
- усереднення залишених проміжних значень;
- запис в пам'ять кінцевого значення міцності і класу бетону.
- удосконалений механізм склерометра, довго зберігає незмінність характеристик силової пружини;
- надійна система кріплення датчика відліку до силової пружини;
- можливість коригування показань приладу з урахуванням усталеного старіння силової пружини;
- можливість вибору напрямку удару бойка, в тому числі і під 45 градусів;
- покращена похибка вимірювань – не більше 8%;

- можливість маркування виміру за типом виробу (балка, колона, ригель, плита, зовнішня стіна, внутрішня стіна, паля, ферма, стяжка, фундаментний блок, підлоги, виріб);
- вибір коефіцієнта варіації для розрахунку класу бетону;
- вибір коефіцієнта відповідності;
- можливість підключення до комп'ютера RS-232;
- пам'ять на 999 ділянок/15000 результатів;
- коригування/перегляд проміжних результатів в серії вимірювань.

При випробуванні методом ударного імпульсу відстань від місця проведення випробування до арматури повинна бути не менше ніж 50 мм.

Порядок виконання роботи:

1. Для досліджень використовуємо монолітну залізобетонну плиту розмірами 450×300×150 мм армовану каркасом з дроту Ø4 Вр-I (див. рис. 7.2).

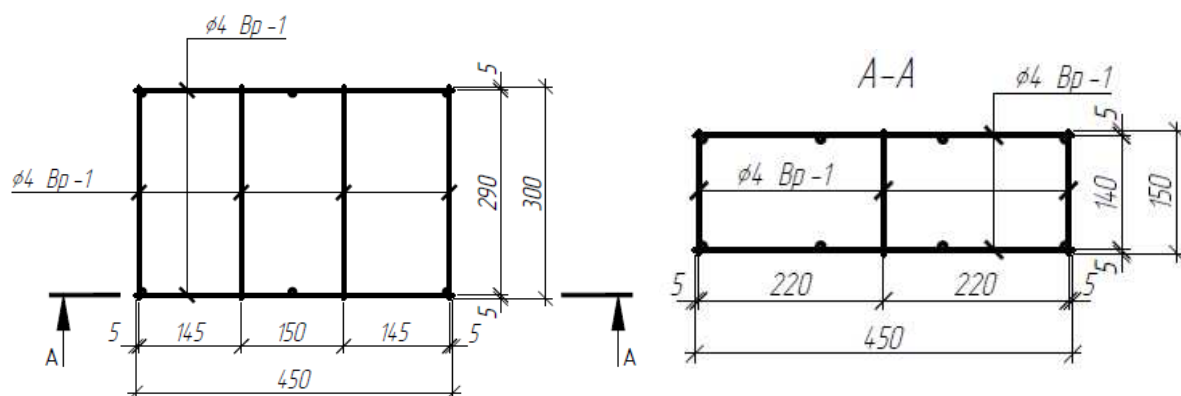


Рис. 7.2 Схема армування залізобетонної плити 450×300×150 мм

- Кожну грань плити досліджуємо в шести точках у відповідності з ДСТУ Б В.2.7-220.
- Для кожної з шести граней знаходимо середнє значення кубової міцності бетону.
- За результатами досліджень шести граней знаходимо середнє значення кубової міцності бетону монолітної залізобетонної плити.
- Результати проведених досліджень та обчислень заносимо до таблиці 7.1.
- Згідно ДБН В.2.6-98:2009 міцність бетону визначена за результатами експериментальних досліджень приймається із статистичною забезпеченістю 0,95.

Таблиця 7.1 Результати дослідження кубової міцності бетону методом ударного імпульсу

№ грані	Результати досліджень, МПа						Середнє значення, МПа
	1	2	3	4	5	6	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
Середнє значення кубової міцності бетону плити, МПа							
Середнє значення кубової міцності бетону плити $\times 0,95$, МПа							

Висновок: Кубова міцність бетону монолітної залізобетонної плити із статистичною забезпеченістю 0,95 становить ... МПа, що відповідає класу міцності бетону С.../... згідно ДБН В.2.6-98:2009.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №8

Тема: Визначення розташування арматури, товщини захисного шару бетону та діаметру арматури магнітним методом за допомогою приладу ИПА-МГ4

Мета: Визначити розташування арматури, товщину захисного шару бетону та діаметру арматури в монолітній залізобетонній плиті магнітним методом за допомогою приладу ИПА-МГ4.

Вказівки щодо виконання: Виконується кожною підгрупою студентів індивідуально відповідно до проведених експериментальних випробувань.

Обладнання, прилади, матеріали: До проведення випробувань зіставляють технічні характеристики приладу, що застосовується, із відповідними проектними (очікуваними) значеннями геометричних параметрів армування залізобетонної конструкції, що контролюється.

Технічні характеристики приладу:

Прилад ИПА-МГ4 (рис. 8.1) забезпечує вимірювання захисного шару бетону і визначення розміщення арматури діаметром від 3 до 25 мм класу А-І ГОСТ 5781-82* і діаметром від 8 до 40 мм класу А400С ГОСТ 5781-

82* в залізобетонних конструкціях при параметрах армування згідно ГОСТ 22904-78.



Рис. 8.1 Прилад пошуку арматури ИПА-МГ4

Діапазон вимірювання товщини захисного шару в залежності від діаметру стержнів арматури повинен бути в наступних межах:

- при діаметрі стержневої арматури 3, 4, 5, 6, 8 и 10 мм - від 3 до 40 мм;
- при діаметрі стержневої арматури 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36 і 40 мм - від 5 до 70 мм.

Діапазон визначення арматурних стержнів в межах:

- діаметрами від 3 до 10 мм при товщині захисного шару бетону не більше 40 мм;
- діаметрами від 12 до 40 мм при товщині захисного шару бетону не більше 70 мм;

Кількість і розташування ділянок конструкції, що контролюються, призначають в залежності від:

- мети і умов випробувань;
- особливостей проектного рішення конструкції;

- технології виготовлення або зведення конструкції з урахуванням фіксації арматурних стержнів;
- умов експлуатації конструкції з урахуванням агресивності зовнішнього середовища.

На поверхні конструкції в місцях вимірювань не повинно бути напливів заввишки понад 3 мм.

Сам прилад має зручний і зрозумілий інтерфейс. Складається з 2-х основних робочих частин. Це головний електронний корпус і головка з магнітними датчиками пошуку.

Перед початком дослідження слід налаштувати прилад до роботи за допомогою спеціального перетворювача (*який входить до комплекту приладу*), потім потрібно вибрати режим у якому прилад буде працювати.

Сама послідовність роботи така:

1. Вибираємо режим роботи. Якщо це перший режим – задаємо відому величину діаметру, якщо другий – відому величину захисного шару.
2. Згідно інструкції, спочатку шукається вісь, вздовж якої розташована арматура, натиснувши кнопку на головці приладу. Пошук вісі здійснюється за двома ознаками: перше – це по звуку (*прилад видає звук найбільшої висоти при віднайдені осі*), друге – це по цифрах на екрані (коли вісь віднайдена, цифри співпадають і подається мигаючий сигнал довкола цифр).
3. Коли вісь знайдена – відпускаємо кнопку, знімаємо покази приладу.

Спочатку знімається із зразків покази товщини захисного шару при відомому діаметру закладеної арматури.

Порядок виконання роботи:

1. Для досліджень використовуємо монолітну залізобетонну плиту розмірами 450×300×150 мм армовану трьома арматурними стержнями Ø10 А 400С, Ø16 А 400С та Ø20 А 400С, кінці яких виходять на зовні плити для можливості перевірки показів приладу. Захисний шар бетону у всіх трьох випадках складає 20 мм (див. рис. 8.2).

2. За допомогою штангенциркуля та лінійки знімаємо геометричні розміри плити, розташування та діаметру арматури. Замальовуємо креслення залізобетонної плити та всі необхідні фактичні дані заносимо в таблицю 8.1.

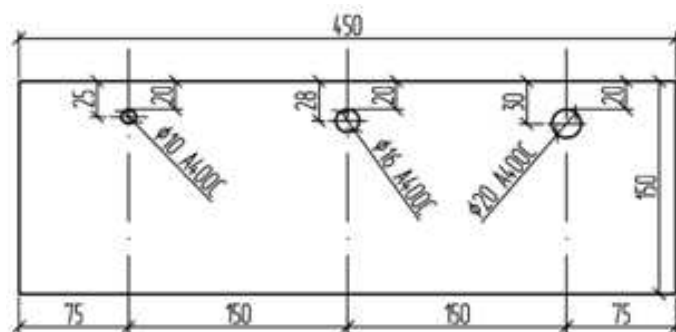


Рис. 8.2 Схема армування монолітної залізобетонної плити

3. Спочатку за допомогою приладу ИПА-МГ4 шукається вісь, вздовж якої розташована арматура, натиснувши кнопку на головці приладу. Пошук вісі здійснюється за двома ознаками: перше – це по звуку, друге – це по цифрах на екрані.

4. За допомогою приладу ИПА-МГ4 шукаємо діаметр арматури згідно ДСТУ Б В.2.6-4 та записуємо отримані результати в табл. 8.1.

5. За допомогою приладу ИПА-МГ4 шукаємо захисний шар бетону згідно ДСТУ Б В.2.6-4 та записуємо отримані результати в табл. 8.1.

6. Шукаємо відхилення між фактичними величинами діаметру арматури, захисного шару бетону та показами приладу.

Таблиця 8.1 Результати досліджень діаметру арматури та захисного шару бетону магнітним методом

Діаметр арматури			Захисний шар бетону		
Фактичне значення	Покази приладу	Δ , %	Фактичне значення	Покази приладу	Δ , %
10			20		
16			20		
20			20		
Середнє відхилення			Середнє відхилення		

Висновок: Середнє відхилення показів приладу ИПА-МГ4 при визначенні діаметру арматури склало ...%, середнє відхилення показів приладу ИПА-МГ4 при визначенні захисного шару бетону склало ...%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Барашиков А.Я. Оценка технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений. – К.: НМЦ Держнаглядохоронпраці України, 1998. – 238 с.
2. Кліменко В.З., Белов І.Д. Випробування та обстеження будівельних конструкцій і споруд. - К.; Основа, 2005. -207 с.
3. Метрологія, стандартизація, контроль якості та випробування в будівництві: Навчальний посібник / За ред. П.Ф. Вахненка. - Полтава: ПДТУ ім. Ю.Кондратюка, 2000. - 224 с.
4. Обследование и испытание сооружений: Учеб. для вузов / О.В. Лузин, А.Б. Злочевский, И.А. Горбунов, В.А. Волохов; Под. ред О.В. Лузина. - М.: Стройиздат, 1987. -263 с.
5. Бліхарський З.Я. Реконструкція та підсилення будівель і споруд: Навчальний посібник. – Львів: Видавництво НУ «Львівська політехніка», 2008. – 108 с.
6. Вироби будівельні бетонні та залізобетонні збірні. Методи випробувань навантаженням. Правила оцінки міцності, жорсткості та тріщиностійкості: ДСТУ Б В.2.6-7-95. Держбуд України, 1997.
7. ДБН В.3.1-1-2002. Ремонт і підсилення несучих та огорожувальних будівельних конструкцій і основ промислових будинків та споруд. - К.: Держбуд України, 1995.-82 с.
8. ДБН 362-92. Оцінка технічного стану сталевих конструкцій виробничих будівель і споруд, що знаходяться в експлуатації. - К.: Держбуд України, 1995.
9. Магнітний метод визначення товщини захисного шару бетону і розташування арматури: ДСТУ Б В.2.6-4-95. Держбуд України, 1993.
10. Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд: Затверджені спільним наказом Держкомітету з будівництва, архітектури та житлової політики України та Держнаглядохоронпраці України від 27. 11. 1997 р. за № 32/288. Введені в дію з 01. 12. 1997 р.
11. ДСТУ Б В.2.7-220:2009. Будівельні матеріали. Бетони. Визначення міцності механічними методами неруйнівного контролю. – Київ: Мінбуд України, 2010. – 23 с.